

**KLINISCH-EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DEN REINIGUNGSEFFEKT VON
ZAHNBÜRSTEN UND ZAHNPASTEN**

von
Hans Heinrich Opel
aus
Nürnberg

1973 # 461

Derzeit Abnahme 10. Februar 1907
an die Stadt und Hofstadt
für 2500, 1000 und 1000
an die Stadt und Hofstadt
für 2500, 1000 und 1000

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Vorstand: Prof. Dr. A. Kröncke)

KLINISCH-EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN REINIGUNGSEFFEKT VON ZAHNBÜRSTEN UND ZAHNPASTEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Hans Heinrich Opel
aus
Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. L. Demling
Referent: Prof. Dr. H.-J. Gülzow
Korreferent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 26.11.1973

INHALTSÜBERSICHT:

Seite

A. Einleitung und Problemstellung	1
B. Schrifttumsübersicht	3
C. Material und Untersuchungsmethoden	6
1. Probanden	6
2. Zahnbürsten	7
3. Zahnpasten	9
4. Anfärben der Plaques	10
5. Mundhygieneindex	10
6. Erhebungsbogen	12
7. Versuchsanordnung	13
8. Statistische Methoden	14
D. Ergebnisse	16
1. Ausmaß und Verteilung der Plaques im Gebiß	16
2. Vergleich des Reinigungseffekts verschiedener Zahnbürsten	18
3. Vergleich des Reinigungseffekts verschiedener Zahnpasten	20
4. Vergleich des Reinigungseffekts an den Vestibulärflächen und an den Oral- flächen	21
5. Vergleich des Reinigungseffekts an den mesialen und distalen Approximalflächen	22
6. Gesamtputzzeiten	23
E. Diskussion	25
1. Beurteilung der Fehlermöglichkeiten ...	25
2. Diskussion der Ergebnisse	27
F. Zusammenfassung	33
G. Schrifttum	34

A. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die ätiologische Bedeutung der Plaques für die Entstehung der Karies und der Parodontopathien ist heute weitgehend gesichert. Für die entzündlichen Parodontopathien ist dieser Zusammenhang u.a. von GÜLZOW (1965) nachgewiesen worden. Auch die Möglichkeit eine Gingivitis experimentell, durch Unterbrechen der normalen Mundhygiene, zu erzeugen (THEILADE et al. 1966), ist ein deutlicher Hinweis auf diesen Zusammenhang.

Bei der Karies handelt es sich um ein multikausales Geschehen, wobei die Mundhygiene als ein wesentlicher konditionaler Faktor angesehen wird. Nach GÜLZOW (1965) ist die Kariesfrequenz, untersucht an 7 - 15jährigen Schulkindern, bei schlechter Mundhygiene signifikant höher als bei einer Kontrollgruppe mit guter Mundhygiene. Das Schlagwort vom "sauberen Zahn, der nicht kariös wird", hat nach wie vor seine Gültigkeit.

Beide Erkrankungen, sowohl die Karies als auch die Parodontopathien weisen eine außerordentlich hohe Morbiditätsrate auf. Eine wirkungsvolle Prophylaxe, wie sie durch regelmäßige und richtig durchgeführte Mundhygienemaßnahmen mit verhältnismäßig geringem Aufwand erreicht werden kann, ist daher dringend erforderlich.

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, daß Mundhygiene durchaus keine Selbstverständlichkeit ist (SCHUG-KÖSTERS 1963, WANNENMACHER 1965, HOLZINGER 1969). Wenn man dann noch bedenkt, daß ein großer Teil derer,

die regelmäßig Mundhygiene betreiben, dies ungenügend oder gar falsch tut (OHM u. SONNABEND 1967, GÜLZOW u. KEILWERTH 1971), dann ist es nicht erstaunlich, daß damit kaum eine wirksame Prophylaxe erzielt wird. Die tägliche Praxis zeigt dies nur zu deutlich.

Sinnvolle Mundhygiene stellt in erster Linie ein erzieherisches Problem dar. Es ist Aufgabe von Kindergärten und Schulen, von Verbänden und Publikationsorganen und nicht zuletzt Aufgabe des praktischen Zahnarztes, dem Patienten eine Motivation zu geben und über zweckmäßige Mundhygiene weit mehr aufzuklären, als dies bisher geschehen ist.

Die Nahrung des zivilisierten Menschen hat beträchtliche Veränderungen erfahren, sowohl hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung als auch hinsichtlich ihrer Konsistenz. Eine Selbstreinigung der Zahnoberflächen durch Nahrungspartikel findet heute so gut wie nicht mehr statt (ALEXANDER et al. 1969), im Gegenteil, die weichen und klebrigen Speisen begünstigen das Wachstum der Beläge.

Hauptziele des Zahnbürstens sind (BOSSY 1966):

1. Entfernung der Zahnbeläge und damit der Mikroorganismen von der Zahnoberfläche und vom Gingivalsaum.
2. Förderung der Durchblutung der Gingiva (Hyperämisierung).
3. Anreiz zur Keratinisierung der Gingiva, um deren Widerstandskraft gegen mechanische und bakterielle Reize zu erhöhen.
4. Verminderung der Bildung von Zahnstein.

B. SCHRIFTTUMSÜBERSICHT

Es kann hier nicht Aufgabe sein, das gesamte und sehr umfangreiche Schrifttum über Mundhygiene zu erörtern. Wir beschränken uns daher auf einige wenige, für die vorliegende Arbeit wesentliche Feststellungen und Literaturangaben:

Im allgemeinen ist auch heute noch die Handzahnbürste ein zweckmäßiges und den heutigen Forderungen entsprechendes Hilfsmittel, das der gesamten Bevölkerung zur Verfügung steht. Teure elektrische Zahnbürsten sind nicht jedem zuzumuten. Ihr Wert soll für den einzelnen Fall nicht bestritten werden (GODT 1964, RIETHE 1965, OHM u. SONNABEND 1967), jedoch scheint ihr Vorteil bei Dauergebrauch wieder verloren zu gehen (DABLESTEEN 1965, GÜLZOW u. SEEGER 1965).

Andere Hilfsmittel, wie spezielle Zahnbürsten zur Reinigung des Interdentalraums (BOSSY 1966, RIETHE 1969), Mundduschen (PLAGMANN et al. 1971), Zahnseide und Kaugummi (RIETHE u. VOLK 1972) können nur als unterstützende Hilfsmittel angesehen werden. Sie können von Fall zu Fall durchaus nützlich sein, als alleinige Mundhygienemaßnahmen sind sie sicherlich nicht ausreichend.

Schon lange wird die Kurzkopfzahnbürste als allein sinnvolle Konstruktion einer Zahnbürste gefordert (BASS 1950, LEIMGRUBER 1951, DREYFUS 1955, RIETHE 1961, SAUERWEIN 1962, ARNOLD 1968). Klinische Untersuchungen haben den Sinn dieser Forderungen bestätigt (BANARIUS et al. 1967, GÜLZOW u. BUSSE 1970). Leider ist ihre Verbreitung noch immer sehr gering. GÜLZOW u. KEILWERTH (1971) stellten

fest, daß Kurzkopfzahnbürsten nur zu etwa 20 % im Gebrauch sind.

Die meisten Autoren geben die Putzkopflänge mit ca. 25 mm, höchstens 30 mm an. Die Putzkopfbreite soll ca. 10 mm oder 2 - 3 Borstenbündel betragen, die Borstenlänge 10 - 11 mm. Hinsichtlich der Anordnung der Borsten herrscht weniger Einigkeit. Vielfach werden paarweise gegeneinandergestellte Zeilen empfohlen, ebenso ein gerades Borstenfeld mit gleichmäßig langen Borsten. Weitere Forderungen sind ein kontrawinkliger Griff und Kunststoffborsten (WANNENMACHER 1956). Der Härtegrad der Bürste wird mit hart bei einer Borstendicke von 0,30 mm, mit mittel oder normal bei 0,25 mm und mit weich bei 0,20 mm angegeben (BASS 1950).

An Zahnpasten werden sehr unterschiedliche Anforderungen gestellt. Ihre Zusammensetzung ist dementsprechend mannigfaltig. Im allgemeinen kann ihr Inhalt in folgende Gruppen zusammengefaßt werden (RIETHE 1968):

1. Schleifmittel (abrasiv wirkende Stoffe)
2. Bindemittel (Schleimstoffe zur Aufschwemmung)
3. Therapeutisch wirksame Stoffe der verschiedensten Art (entzündungshemmende und kariesprophylaktisch wirksame Stoffe)
4. Aromastoffe (Geschmackskorrigentien)

Manche Zahnpasten enthalten Detergentien (grenzflächenaktive Stoffe), deren Wert sehr umstritten ist. Mit Sicherheit abzulehnen sind einige neue Zahnpasten, die Chloroform enthalten und Veränderungen an der Oberfläche von Kunststoffen hervorrufen können (MEINERS 1972), ebenso solche die grob abrasive Stoffe enthalten und damit zu Schädigungen der Zahnhartsubstanzen und der Gingiva führen können.

GÜLZOW u. BUSSE (1970) wiesen bei Verwendung einer Zahnpasta eine um 30 % verbesserte Reinigungswirkung nach. BANARIUS et al. (1967) fanden diese Wirkung nicht und geben an, daß die Reinigung mit Wasser genauso schnell erfolgen solle.

Inwieweit stark bakterizid wirkende Stoffe, wie das von BØRGLUM JENSEN (1972) untersuchte Chlorhexidin, zu einer Hemmung der Belagbildung herangezogen werden können, hängt von den Nebenwirkungen ab und muß in Zukunft erst geklärt werden.

C. MATERIAL UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

- Mit Hilfe eines modifizierten Mundhygieneindex, ähnlich wie er von GREEN und VERMILLION (1960) angegeben wurde untersuchten wir einige Hilfsmittel zur Mundhygiene. Die Beurteilung dieser Hilfsmittel erfolgte danach, wie schnell und inwieweit angefärbte Beläge von der Zahnoberfläche entfernt werden konnten. Untersucht wurden drei Zahnbürstenformen und zwei Zahnpasten:

Bei den Zahnbürsten sollte herausgefunden werden, welchen Einfluß bestimmte Anordnungen der Borsten und die Gestaltung des Borstenfelds auf die Effektivität der Reinigung haben.

Die Zahnpasten wurden dahingehend untersucht, ob verschieden zusammengesetzte Zahnpasten Beläge messbar unterschiedlich schnell entfernen.

- Mit Hilfe des Mundhygieneindex wurde der durchschnittliche Grad der Verschmutzung jedes Zahnes vor Beginn der Untersuchungen, d.h. die Verteilung der Plaques im Gebiß ermittelt.

1. Probanden:

Die Versuche wurden an 20 Klinikangehörigen (14 Zahnmedizinstudenten, 4 Zahnärzten, 2 Helferinnen) im Alter zwischen 21 und 28 Jahren durchgeführt (Durchschnitts-

alter ca. 25 Jahre). Alle Probanden hatten ein weitgehend saniertes Gebiß und klinisch gesundes Zahnfleisch. Unwesentliche Stellungsanomalien beeinträchtigten die Zahnreinigung nicht.

Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt 584 Zähnen mit 3846 Zahnflächen. Weisheitszähne wurden nur dann in die Bewertung einbezogen, wenn sie voll durchgebrochen waren und richtig in Okklusion standen. Ausgewertet wurden insgesamt 39 144 Bewertungsziffern. Für die Ermittlung der Plaquesverteilung im Gebiß wurden 7550 Bewertungsziffern aus den Befunden nach dem Anfärben der Plaques herangezogen.

2. Zahnbürsten:

Untersucht wurden drei Kurzkopfzahnbürsten:

I. Bürste mit geradegestellten Borstenbündeln und gleichmäßiger Borstenlänge (Abb. 1:)⁺

Kurzkopfzahnbürsten mit
Kunststoffborsten (Dorlon):

Härtegrad: mittel

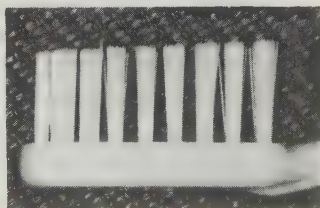
Putzkopflänge: 27 mm

Putzkopfbreite: 10,5 mm

Borstenlänge: 10 - 11 mm

Borstendicke: 0,25 mm

34 Borstenbündel in gleichmäßiger Anordnung



⁺) Bei den hier verwendeten Bürsten handelt es sich um ARONAL-Zahnbürsten der Fa. WYBERT GmbH (Lörrach), der wir für das Überlassen der Bürsten bestens danken. Das verwendete Modell ist nicht mehr im Handel erhältlich.

II. Bürste mit gegeneinandergestellten Borstenreihen
und gleichmäßiger Borstenlänge (Abb. 2:) +)

Kurzkopfzahnbürsten mit

Kunststoffborsten:

Härtegrad: normal

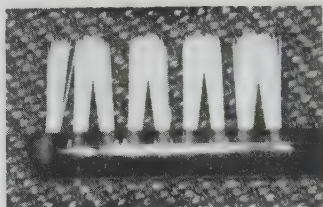
Putzkopflänge: 28 mm

Putzkopfbreite: 9 mm

Borstenlänge: 11 mm

Borstendicke: 0,25 mm

26 Borstenbündel, wobei je zwei Reihen von Bündeln gegeneinandergestellt sind. Am vorderen Ende ist eine zusätzliche Reihe von Bündeln angeordnet.



III. Bürste mit gegeneinandergestellten, keilförmig
zugeschnittenen Borstenreihen (Abb. 3:) +)

Kurzkopfzahnbürste mit

Kunststoffborsten:

Härtegrad: normal

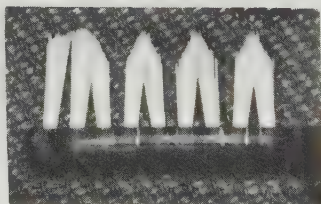
Putzkopflänge: 28 mm

Putzkopfbreite: 9 mm

Borstenlänge: 8 - 11 mm

Borstendicke: 0,23 mm

26 Borstenbündel, wovon je zwei Reihen von Bündeln gegeneinandergestellt und keilförmig zugeschnitten sind. Am vorderen Ende ist eine zusätzliche Reihe von Borstenbündeln angeordnet.



+) Bei den hier verwendeten Bürsten handelt es sich um veränderte Zahnbürsten des Modells Blend-a-dent Junior (II) bzw. um Blend-a-dent Junior Originalzahnbürsten (III) der Fa. BLENDAX (Mainz), der wir für das Überlassen der Bürsten bestens danken.

3. Zahnpasten:

Untersucht wurden zwei im Handel erhältliche Zahnpasten. Dabei wurde darauf geachtet, daß zu Beginn jeder Untersuchung und nach den Kontrollen immer 1,5 cm Zahnpasta auf die Zahnbürste gegeben wurde.

Soweit die Zusammensetzung vom Hersteller zu erfahren war, ist sie im folgenden angegeben:

I. Zahnpasta A: +)

Schleifkörper: Dicalciumphosphat ca. 40 %

Wirkstoffe: Wirkstoffkombination aus Aluminium-dihydroxyallantoinat, Aluminium-lactat, Azulen und Vitamin A + D

Weitere Anteile: Mucilago als Bindemittel, Feuchthaltemittel, Aroma und Süßstoff, Wasser demineralisiert

II. Zahnpasta B: +)

Schleifkörper: Schleifkörper, mit dem F-Ion nicht reagierbar 38,5 %

Wirkstoffe: Bis-(hydroxyäthyl)aminopropyl-N-hydroxyäthyl-octadecylamin-dihydrofluorid und Hexadecylamin-hydrofluorid

Weitere Anteile: Mucilago als Bindemittel, Feuchthaltemittel, Aroma und Süßstoff, Konservierungsmittel, Wasser demineralisiert

+) Es handelt sich um die Zahnpasten ARONAL-forte (A) bzw. ELMEX-fluor (B) der Fa. WYBERT GmbH (Lörrach), der wir für das Überlassen der Zahnpasten bestens danken.

4. Anfärben der Plaques:

Das Anfärben der Beläge erfolgte mit Fuchsinfarbstoff, wie es u.a. von BANARIUS et al. (1967) angegeben wurde: 12 g basisches Fuchsin gelöst in 100 ml 96 %-igem Äthylalkohol; davon 10 Tropfen auf ein halbes Glas Wasser. Mit dieser Lösung mußten die Probanden 30 sek spülen.

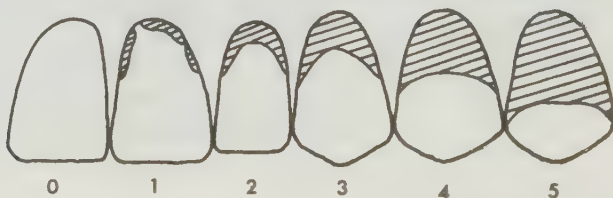
Die Probanden wurden angewiesen vor dem Anfärben den Mund gründlich mit klarem Wasser zu spülen. Dadurch sollten ph-Wert bedingte Unterschiede der Farbtintensität, wie sie von KETTERL und WIPFEL (1970) angegeben wurden, weitgehend vermieden werden.

5. Mundhygieneindex:

In Anlehnung an GREEN und VERMILLION (1960) und SCHMIDT (1961) wurde ein Mundhygieneindex verwendet. Die Bewertung erfolgte nach folgenden Schemata:

1. Allgemeiner Index (Abb. 4:)

Abb. 4:



0 = keine Beläge

1 = schmaler, auch unterbrochener Belagsaum am Gingivarand

2 = durchgehender, ca. 1 mm breiter Belagsaum

3 = ca. ein Drittel der Zahnfläche mit Belägen bedeckt

4 = ca. die Hälfte der Zahnfläche mit Belägen bedeckt

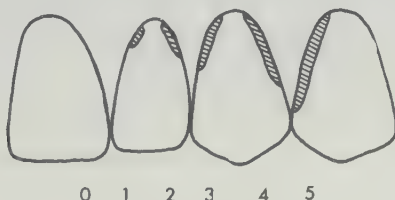
5 = zwei Drittel und mehr mit Belägen bedeckt

Dieser allgemeine Index (Index I) wurde bei allen Untersuchungen, also zur Untersuchung der Zahnbürsten und Zahnpasten verwendet (Versuche I - IV).

II. Modifizierter Index (Abb. 5:)

Zur genaueren Untersuchung der Wirkung der Zahnbürsten, insbesondere um Unterschiede bei der Reinigungswirkung in den Interdentalräumen genauer erfassen zu können, wurde bei den entsprechenden Versuchsreihen ein zusätzlicher Index aufgezeichnet. Dieser Index bezieht sich nur auf die sichtbaren Teile der Approximalflächen.

Abb. 5:



- 0 = keine Beläge
- 1 = schmaler Saum oder punktförmige Beläge approximal
- 2 = deutlicher, durchgehender Belagsaum approximal
- 3 = ca. die Hälfte der Approximalfläche mit Belägen bedeckt
- 4 = ca. zwei Drittel der Approximalfläche mit Belägen bedeckt
- 5 = gesamte Approximalfläche mit Belägen bedeckt

Dieser modifizierte Index (Index II) wurde nur bei der Untersuchung der Zahnbürsten verwendet (Versuche I - III).

Die Befundaufzeichnung mit Hilfe dieser Indices erfolgte immer durch denselben Untersucher, um subjektive Fehler möglichst auszuschalten.

falls konnte korrigiert werden. Jeder Proband sollte außerdem darauf achten, daß beim Putzen sämtliche Zahnflächen, also die Vestibulär- Okklusal- und Oralflächen, erfaßt wurden.

Der Mundhygieneindex wurde sofort nach dem Anfärben der Plaques, nach zwei Minuten Putzzeit und nach drei Minuten Putzzeit aufgezeichnet. Nach jeder Unterbrechung machten wir die Probanden auf die am stärksten verschmutzten Zahnflächen aufmerksam.

Nach drei Minuten forderten wir die Probanden auf, so lange weiter zu putzen, bis eine vollständige Reinigung erreicht war. Es wurden dann unregelmäßige Kontrollen durchgeführt. Die Zeit bis zur vollständigen Reinigung, bzw. der Zeitpunkt zu dem keine weitere Belagreduzierung mehr festzustellen war, wurde als Gesamtputzzeit aufgezeichnet.

7. Versuchsanordnung:

Insgesamt wurden 4 Versuchsreihen an jeweils 20 Probanden durchgeführt. Die Versuche wurden immer an vier Tagen hintereinander durchgeführt. Die Reihenfolge der Versuche wurde von Proband zu Proband geändert, um eine Beeinflussung der Versuchsreihen untereinander auszuschließen.

Folgende Versuchsreihen wurden durchgeführt:

1. Zahnbürste I mit Zahnpasta A
2. Zahnbürste II mit Zahnpasta A
3. Zahnbürste III mit Zahnpasta A
4. Zahnbürste II mit Zahnpasta B

8. Statistische Methoden: +)

Errechnet wurde jeweils die Belagreduktion x , d.h. die Differenz zwischen den Anfangswerten und den Werten nach 2 min bzw. 3 min.

In den Tabellen sind stets die Mittelwerte einer Versuchsreihe angegeben. Sie errechnen sich nach folgender Formel:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

wobei $\sum x_i$ die Summe der Einzelwerte einer Versuchsreihe und N die Anzahl der Probanden ist.

Ferner sind die 99 %-Vertrauensgrenzen der Mittelwerte (VG) angegeben. Sie geben den Bereich an, in dem bei unendlich vielen weiteren gleichartigen Untersuchungen 99 % aller Mittelwerte liegen würden. Die Vertrauensgrenzen sind nach der Formel

$$VG = k \cdot s$$

zu berechnen. k ist ein feststehender Faktor, der von der Anzahl der Einzelwerte abhängig ist und einer Tabelle entnommen werden kann. s , die Standardabweichung der Mittelwerte, wurde nach der üblichen Methode ermittelt:

$$s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

+) Wir verweisen für weitergehende Einzelheiten der statistischen Auswertung auf "Planen und Auswerten von Versuchen" von LINDER (1959), auf die entsprechenden Tabellen in den "Wissenschaftlichen Tabellen, DOCUMENTA GEIGY" (1960) und auf den "Grundriß der biologischen Statistik" von WEBER (1961).

Die Summe der Quadrate aller Differenzen zwischen den Einzelwerten und den Mittelwerten ist am genauesten nach folgender Formel zu errechnen:

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}$$

Dabei ist $\sum x_i^2$ die Summe der quadrierten Einzelwerte.
 $(\sum x_i)^2$ ist das Quadrat der summierten Einzelwerte.

Signifikanzen werden mit dem t-Test geprüft. Will man die Ergebnisse zweier vergleichbarer Versuchsreihen zueinander in Beziehung setzen, so gilt folgende Formel:

$$t = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{\sqrt{\frac{\sum (x_i' - \bar{x}')^2 + \sum (x_i'' - \bar{x}'')^2}{N' + N'' - 2}}} \cdot \sqrt{\frac{N' \cdot N''}{N' + N''}}$$

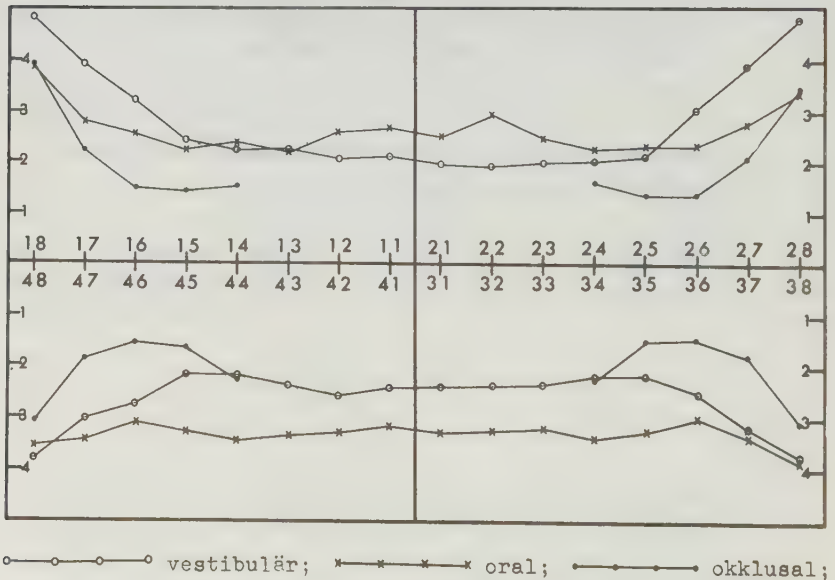
Anhand des t-Wertes läßt sich die Signifikanzschranke p aus einer Tabelle ablesen.

D. ERGEBNISSE

1. Ausmaß und Verteilung der Plaques im Gebiß:

Um das Ausmaß und die Verteilung der Beläge im Gebiß festzustellen, wurden sämtliche Mundhygienebefunde (Index I) nach dem Anfärben ausgewertet. Für jede Zahnfläche im Gebiß errechneten wir den Mittelwert des Belagindex. Ausgewertet wurden 100 Anfangsbefunde von 20 Probanden.

Abb. 7: Graphische Darstellung der durchschnittlichen Verteilung der Beläge im Gebiß



Aus der graphischen Darstellung der Verteilung der Beläge (Abb. 7) läßt sich folgendes entnehmen:

1. Die Verschmutzung der Zahnflächen ist im Bereich der Frontzähne und Prämolaren ziemlich gleichmäßig. Der Grad der Verschmutzung steigt jedoch zum Molarenbereich hin kontinuierlich an. Die stärksten Beläge weisen die 3. Molaren auf.
2. Die Lingualflächen des Unterkiefers sind stärker verschmutzt als die Palatinalflächen des Oberkiefers. Besonders deutlich ist dies im Bereich der Prämolaren und Molaren.
3. Die Bukkalflächen der Oberkiefermolaren sind stärker mit Belägen bedeckt als die Bukkalflächen der Unterkiefermolaren.
4. Im Frontzahn- und Prämolarenbereich finden sich an den Labial- bzw. Bukkalflächen im Oberkiefer weniger Beläge als im Unterkiefer.
5. Die Okklusalfflächen der Prämolaren und Molaren sind relativ geringer mit Belägen bedeckt als die Glattflächen. Die Verschmutzung der Okklusalfflächen wird erst im Bereich der 2. und 3. Molaren stärker. Eine überdurchschnittliche Verschmutzung zeigen die Okklusalfflächen der 1. Prämolaren.

2. Vergleich des Reinigungseffekts verschiedener Zahnbürsten:

Der Belagindex jedes Probanden für das gesamte Gebiß wurde so bestimmt, daß sämtliche Index-Ziffern addiert und durch die entsprechende Anzahl an Zahnflächen dividiert wurden. Es ergab sich also bei maximaler Verschmutzung ein Höchstwert von 5,0. Wir ermittelten einen derartigen Wert sofort nach dem Anfärben der Plaques sowie nach zwei Minuten und nach drei Minuten Putzzeit. Errechnet wurden nun die Belagreduktion x . Sie ist die Differenz zwischen den Ausgangswerten und den Werten nach zwei Minuten bzw. nach drei Minuten. In den Tabellen sind stets die Mittelwerte der Belagreduktion $\bar{x}$ einer Versuchsreihe angegeben.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse des Vergleichs der Zahnbürsten zusammengestellt. Bei der Überprüfung der Versuchsreihen mit dem t-Test ergab sich, daß in allen Fällen, sowohl bei der Verwendung des allgemeinen Mundhygieneindex als auch bei der Anwendung des modifizierten Mundhygieneindex, die Mittelwerte der Versuchsreihen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mehr als 5 % nicht signifikant unterschiedlich sind.

In keinem Fall ließ sich also ein unterschiedlicher Reinigungseffekt durch die verschiedenen Zahnbürsten nachweisen.

Tab. 1: Vergleich des Reinigungseffekts der Zahnbürsten

INDEX I		2 min	3 min	t-Tests
ZAHN- BÜRSTE I Vers.Nr:1 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	1,17	1,62	I-II: $t_2=1,86$ $t_3=0,76$
	VG(99%)	$\pm 0,22$	$\pm 0,29$	
ZAHN- BÜRSTE II Vers.Nr:2 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	0,98	1,51	I-III: $t_2=0,47$ $t_3=0,25$
	VG(99%)	$\pm 0,18$	$\pm 0,28$	
ZAHN- BÜRSTE III Vers.Nr:3 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	1,12	1,59	II-III: $t_2=1,40$ $t_3=0,66$
	VG(99%)	$\pm 0,19$	$\pm 0,22$	
INDEX II		2 min	3 min	t-Tests
ZAHN- BÜRSTE I Vers.Nr:1 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	1,31	1,79	I-II: $t_2=0,92$ $t_3=0,82$
	VG(99%)	$\pm 0,35$	$\pm 0,42$	
ZAHN- BÜRSTE II Vers.Nr:2 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	1,17	1,63	I-III: $t_2=0,51$ $t_3=0,53$
	VG(99%)	$\pm 0,27$	$\pm 0,36$	
ZAHN- BÜRSTE III Vers.Nr:3 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	1,24	1,68	II-III: $t_2=0,60$ $t_3=0,32$
	VG(99%)	$\pm 0,20$	$\pm 0,27$	

N = Anzahl der Probanden

$\bar{x}$ = Mittelwerte der Belagreduktion

VG(99%) = 99%-Vertrauensgrenzen der $\bar{x}$

t_2 = Werte des t-Tests nach 2 min

t_3 = Werte des t-Tests nach 3 min

Für sämtliche t ist $p \approx 0,05$

3. Vergleich des Reinigungseffekts verschiedener Zahnpasten:

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse des Vergleichs der Zahnpasten zusammengestellt. Die Überprüfung der beiden Versuchsreihen mit Hilfe des t-Tests ergab: nach zwei Minuten Putzzeit waren die Mittelwerte der Belagreduktion der beiden Versuchsreihen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 10 %, jedoch mehr als 5 % nicht signifikant unterschiedlich. Nach drei Minuten Putzzeit waren die Mittelwerte beider Versuchsreihen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von

Tab. 2: Vergleich des Reinigungseffekts der Zahnpasten

INDEX I		2 min	3 min	t-Tests
ZAHN- PASTA A Vers.Nr:2 N = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	0,98	1,51	$t_2=1,93$ $t_3=2,15$
	VG(99%)	$\pm 0,18$	$\pm 0,28$	
ZAHN- PASTA B Vers.Nr:4 N. = 20	Mittel- werte $\bar{x}$	0,81	1,26	
	VG(99%)	$\pm 0,17$	$\pm 0,19$	

N = Anzahl der Probanden

$\bar{x}$ = Mittelwerte der Belagreduktion

VG (99 %) = 99 %-Vertrauensgrenzen der $\bar{x}$

t_2 = Werte des t-Tests nach 2 min; ($p \leq 0,1$)

t_3 = Werte des t-Tests nach 3 min; ($p \leq 0,05$)

weniger als 5 %, jedoch mehr als 1 % nicht signifikant unterschiedlich.

Wegen der hohen Irrtumswahrscheinlichkeiten kann nicht auf eine unterschiedliche Reinigungswirkung der beiden Zahnpasten geschlossen werden.

4. Vergleich des Reinigungseffekts an den Vestibulärflächen und Oralflächen:

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse des Vergleichs der Vestibulärflächen und der Oralflächen zusammengestellt. Der t-Test ergibt nach zwei Minuten Putzzeit signifikante Unterschiede der Mittelwerte der Belagreduktion mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1 %. Nach drei Minuten zeigt sich, daß die Mittelwerte der Belagreduktion mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mehr als 5 % statistisch nicht mehr signifikant unterschiedlich sind.

Daraus läßt sich schließen, daß die Probanden in den ersten beiden Minuten in erster Linie die Vestibulärflächen geputzt haben. Die Oralflächen wurden erst nach der Kontrolle und dem Hinweis auf die noch verschmutzten Flächen genauso gründlich geputzt wie die Vestibulärflächen.

Tab. 3: Vergleich des Reinigungseffekts an den Vestibulärflächen und Oralflächen

INDEX I		2 min	3 min	t-Tests
VESTIBULÄR- FLÄCHEN N = 80	Mittel- werte $\bar{x}$	1,18	1,62	$t_2=3,10$ $t_3=1,14$
	VG(99%)	$\pm 0,14$	$\pm 0,15$	
ORAL- FLÄCHEN N = 80	Mittel- werte $\bar{x}$	0,96	1,53	
	VG(99%)	$\pm 0,12$	$\pm 0,14$	

N = Anzahl der Probanden

$\bar{x}$ = Mittelwerte der Belagreduktion

VG (99 %) = 99 %-Vertrauensgrenzen der $\bar{x}$

t_2 = Werte des t-Tests nach 2 min ($p \leq 0,01$)

t_3 = Werte des t-Tests nach 3 min ($p \leq 0,05$)

5. Vergleich des Reinigungseffekts an den mesialen und distalen Approximalflächen:

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse des Vergleichs der mesialen und distalen Approximalflächen zusammengestellt. Der Vergleich der Mittelwerte der Belagreduktion mit dem t-Test ergab, daß die Mittelwerte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von mehr als 5 % nicht signifikant unterschiedlich sind.

Es konnte also keine unterschiedlich schnelle Reinigung der mesialen und distalen Approximalflächen festgestellt werden.

Tab. 4: Vergleich des Reinigungseffekts an den mesialen und distalen Approximallflächen

INDEX II		2 min	3 min	t-Tests
MESIO- APPROXIMAL- FLÄCHEN N = 60	Mittel- werte $\bar{x}$	1,25	1,70	$t_2=0,22$ $t_3= 0$
	VG(99%)	$\pm 0,15$	$\pm 0,12$	
DISTO- APPROXIMAL- FLÄCHEN N = 60	Mittel- werte $\bar{x}$	1,23	1,70	$t_3= 0$
	VG(99%)	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	

N = Anzahl der Probanden

$\bar{x}$ = Mittelwerte der Belagreduktion

VG (99 %) = 99 %-Vertrauensgrenzen der $\bar{x}$

t_2 = Werte des t-Tests nach 2 min ($p \geq 0,05$)

t_3 = Werte des t-Tests nach 3 min

6. Gesamtputzzeiten:

Für die einzelnen Versuche ergaben sich bis zur Entfernung aller Beläge durchschnittlich folgende Gesamtputzzeiten:

Versuch 1: 4 min 3 sek

Versuch 2: 3 min 58 sek

Versuch 3: 3 min 48 sek

Versuch 4: 4 min 13 sek

Im Durchschnitt sind die Gesamtputzzeiten bei allen Versuchen ca. 4 Minuten. Ein Vergleich der Gesamtputz-

zeiten der einzelnen Versuchsreihen erscheint nicht sinnvoll, da sich dieser Wert nur mit ungenügender Genauigkeit festlegen läßt und die Anzahl der Einzelwerte zu gering ist. Bemerkenswert ist aber, daß sich unter den günstigen Versuchsbedingungen vier Minuten Putzzeit ergeben haben. Putzzeiten von nur drei Minuten, wie sie häufig empfohlen werden, sind daher als nicht ausreichend anzusehen.

E. DISKUSSION

I. Beurteilung der Fehlermöglichkeiten

Bei der Durchführung derartiger Versuche ist man zur Anwendung einfacher Indices mit all ihren Unzulänglichkeiten gezwungen. Individuelle Einzelheiten müssen dabei zwangsläufig außer Acht gelassen werden.

Um subjektive Fehler bei der Beurteilung des Ausmaßes der Beläge möglichst gering zu halten, erfolgte die Aufzeichnung der Indices immer durch den gleichen Untersucher. Durch stichprobenweise Doppeluntersuchungen konnte eine weitgehende Einheitlichkeit bei der Beurteilung festgestellt werden, so daß ein möglicher Fehler relativ klein sein dürfte. Die Tatsache, daß bei der Untersuchung der Zahnbürsten oral und vestibulär jeweils zwei Indices aufgezeichnet wurden, kann als Kontrolle angesehen werden.

Um eine Beeinflussung durch vorhergehende Versuche auszuschließen, - die Probanden wurden im Verlauf der Untersuchungen mundhygienebewußter -, wurde die Reihenfolge der Versuche von Proband zu Proband geändert.

Die Auswahl der Versuchspersonen beeinflußt das Ergebnis nur zum Teil. Man kann voraussetzen, daß die Probanden, Klinikangehörige und Studenten der Zahnmedizin, gründlichere Mundhygiene betreiben, als es in der breiten Bevölkerung der Fall ist. Die Vergleichbarkeit der

Versuchsreihen zur Untersuchung der Zahnbürsten und Zahnpasten wird dadurch jedoch nicht betroffen. Auswirkungen auf die Gesamtputzzeiten und auf das Ausmaß der Plaques vor Beginn jeder Untersuchung sind mit Sicherheit anzunehmen. Inwieweit die Verteilung der Plaques davon beeinflusst wird, läßt sich kaum beurteilen.

Der Begriff "Plaques" wird in der Literatur sehr unterschiedlich gebraucht. Einerseits werden alle weichen, nicht mineralisierten Beläge als Plaques bezeichnet, andererseits wird häufig zwischen "materia alba" und "Plaques" unterschieden (u.a. RIETHE 1968). Für Untersuchungen über Mundhygiene kann eine solche Unterscheidung nicht angewandt werden. Wir verwenden daher den Begriff für alle nicht mineralisierten Zahnbeläge, die sich unter den genannten Bedingungen anfärben ließen.

Um die Ergebnisse nicht zu beeinflussen, wurden die Versuchsbedingungen weitgehend standardisiert:

- Die Probanden erschienen jeweils morgens zwischen 8⁰⁰ und 10⁰⁰ mit ungeputzten Zähnen zur Untersuchung. Die Versuche erfolgten alle unter Kontrolle. Die Probanden konnten notfalls korrigiert werden, wenn sie die Versuchsbedingungen nicht einhielten.
- Das Anfärben erfolgte immer unter den gleichen Bedingungen und mit dem gleichen Farbstoff. ph-Wert bedingte Unterschiede der Farbbintensität wurden durch vorheriges gründliches Spülen mit klarem Wasser weitgehend vermieden (KETTERL und WIPFEL 1970).

- Die Probanden putzten sich alle nach der gleichen Methode die Zähne.
- Es wurde immer die gleiche Menge Zahnpasta verwandt.
- Die Zahnbürsten zeigten keinerlei Abnutzungserscheinungen, so daß immer optimale Bedingungen zur Zahnreinigung herrschten.
- Die Putzmethode wurde erklärt und geübt. Jeder Proband wurde darauf hingewiesen, daß alle Zahnflächen, auch die Oralflächen, gereinigt werden sollen. Nach den Unterbrechungen zur Indexaufzeichnung und Kontrolle wurden die Probanden auf noch verschmutzte Stellen im Gebiß hingewiesen und aufgefordert, diese bevorzugt zu reinigen.

II. Diskussion der Ergebnisse

Der Vergleich der Zahnbürsten zeigte keine unterschiedliche Reinigungswirkung der verschiedenen Zahnbürstenformen. Auch die genauere Untersuchung der Reinigungswirkung im Interdentalbereich mit Hilfe des modifizierten Mundhygieneindex ergab keine signifikanten Unterschiede. Die Zahnbürste mit gerade gestellten, gleichmäßig über den ganzen Putzkopf verteilten Borstenbündeln (Zahnbürste I) erwies sich gegenüber den Zahnbürsten mit gegeneinander gestellten Borstenreihen (Zahnbürsten II und III) als gleichwertig. Die spitz zugeschnittenen Borstenreihen (Zahnbürste III) be-

wirkten, auch interdental, keinen meßbaren Unterschied.

Kurzkopfzahnbürsten, wie sie hier ausschließlich verwendet wurden, bieten nach den Untersuchungen von BANARIUS et al. (1967) und GÜLZOW und BUSSE (1970) die günstigsten Voraussetzungen für eine vollständige Reinigung der Zähne. Bei der Auswahl der Zahnbürstenmodelle achteten wir darauf, daß sich diese im wesentlichen nur in der Anordnung der Borstenbündel unterschieden. Genau gleichartige Modelle, mit den gewünschten Varianten, standen nicht zur Verfügung, jedoch erfüllen die verwendeten Modelle diese Voraussetzung weitestgehend.

GÜLZOW und BUSSE (1970) ermittelten beim Vergleich der Kurzkopfzahnbürste und der herkömmlichen Zahnbürste eine Überlegenheit der Kurzkopfzahnbürste um 30 %. BANARIUS et al. (1967) gelangten zu einem ähnlichen Ergebnis. Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit dem der vorliegenden Arbeit zeigt, daß die Bürstenform offenbar keinen so wesentlichen Einfluß auf die Reinigungswirkung hat, als daß dies mit den zur Verfügung stehenden Mitteln festgestellt werden könnte. Jedenfalls scheint es gleichgültig zu sein, ob die Borstenbündel gegeneinander geneigt und zugespitzt sind oder ob sie völlig gleichmäßig angeordnet sind.

Beim Vergleich der Zahnpasten konnte aus dem gefundenen Ergebnis nicht geschlossen werden, daß eine unterschiedliche Wirkung vorhanden ist. Zwar sind die Irrtumswahrscheinlichkeiten weit geringer als beim Vergleich der Zahnbürsten, jedoch kann ein signifikanter Unterschied

der Mittelwerte der Versuchsreihen nicht angenommen werden. Weitere Untersuchungen müßten die Wirkung der unterschiedlichen Schleifkörperanteile der Zahnpasten bei der Belagentfernung genauer erfassen.

BANARIUS et al. (1967) fanden bei ihren Untersuchungen keine unterschiedliche Reinigungswirkung bei Verwendung einer Zahnpasta und bei Verwendung von Wasser. GÜLZOW und BUSSE (1970) fanden eine um 30 % verbesserte Wirkung bei Verwendung einer Zahnpasta. Nach dem vorliegenden Ergebnis kann nicht ausgeschlossen werden, daß die Wirkung durch unterschiedliche Schleifkörperanteile beeinflußt wird.

Die Indexbefunde wurden zusätzlich dahingehend ausgewertet, daß der Reinigungseffekt an den Vestibulärflächen mit dem Reinigungseffekt an den Oralflächen verglichen werden konnte. Auf eine Unterscheidung zwischen Ober- und Unterkiefer wurde dabei verzichtet, da nach GÜLZOW und BUSSE (1970) diese gleich schnell gereinigt werden. Zu diesem Zweck faßten wir alle Versuchsreihen zusammen. Das Ergebnis wird durch die verschiedenen Versuchsbedingungen (verschiedene Zahnbürsten und Zahnpasten) nicht beeinflußt, da pro Versuchsreihe jeweils die gleiche Zahl an Einzelversuchen durchgeführt wurde.

Der Vergleich der Vestibulär- und Oralflächen zeigt, daß die Oralflächen beim Zähneputzen normalerweise weitgehend vernachlässigt werden. Nach zwei Minuten Putzzeit war die Belagreduktion an den Oralflächen signifikant geringer als an den Vestibulärflächen. Nach drei Minuten war dieser Unterschied nicht mehr

nachweisbar.

Die Probanden reinigten also die Oralflächen erst dann ausreichend, nachdem sie genau auf die noch verschmutzten Stellen hingewiesen wurden, obwohl jeder Proband zu Beginn darauf aufmerksam gemacht wurde, daß alle Zahnflächen, auch die Oralflächen von der Reinigung erfaßt werden sollten.

Man muß daraus den Schluß ziehen, daß es wichtig ist, darauf zu achten, daß beim Zähneputzen die Oralflächen ganz besonders gründlich gereinigt werden, da es offenbar schwieriger ist, diese Zahnflächen genauso sauber zu halten wie die leichter zugänglichen Vestibulärflächen.

Zum Vergleich des Reinigungseffekts an den Mesioapproximal- und Distoapproximalflächen wurden die Versuchsreihen I - III zusammengefaßt. Es ergab sich an diesen Zahnflächen kein unterschiedlicher Reinigungseffekt.

Die durchschnittlich notwendige Gesamtputzzeit erwies sich als erheblich länger als die meisten Empfehlungen zum Zähneputzen. Eine vollständige Reinigung des Gebisses war im Durchschnitt erst nach ca. vier Minuten erreicht. GÜLZOW und BUSSE (1970) ermittelten ähnliche Putzzeiten (durchschnittlich 4 Min. 20 Sek.) bei Verwendung einer Kurzkopfzahnbürste und Zahnpasta. Zwei Minuten oder drei Minuten Putzzeit, die häufig empfohlen werden, sind bestimmt nicht ausreichend, zumal berücksichtigt werden muß, daß es sich um zahn-

medizinisch vorgebildete Probanden handelte, denen auch eine gewisse manuelle Geschicklichkeit unterstellt werden kann. Außerdem konnten die Probanden den Erfolg ihrer Bemühungen anhand der gefärbten Beläge verfolgen und wurden laufend auf noch verschmutzte Stellen aufmerksam gemacht. So günstige Bedingungen liegen normalerweise nicht vor, so daß sogar noch längere Putzzeiten in Erwägung gezogen werden müssen.

Als praktische Schlußfolgerung kann man folgendes feststellen: Die Zähne sollen bei gesundem Parodontium mit einer Kurzkopfzahnbürste und Zahnpasta mindestens vier Minuten lang gebürstet werden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Oralflächen besonders intensiv gereinigt werden. Die Art der Kurzkopfzahnbürste spielt dabei keine Rolle.

Das augenfälligste Ergebnis, das sich aus der Kurve der Plaqueverteilung ablesen läßt, ist das deutliche Ansteigen des Verschmutzungsgrades an den Bukkalflächen im Bereich der Molaren. Die Kurven weisen im Bereich der ersten Molaren einen deutlichen Knick auf und steigen bis zu den dritten Molaren kontinuierlich an, wobei die Unterkiefermolaren eine etwas geringere Verschmutzung aufweisen als die Oberkiefermolaren. Dies stimmt mit der von AHRENS und MÜLLER (1968) angegebenen Belagverteilung ziemlich genau überein. Die künstliche Reinigung der Bukkalflächen ist im Bereich der Frontzähne und der Prämolaren leicht möglich. Im Molarenbereich wird die Reinigung zunehmend schwerer.

Im Oberkiefer wird die künstliche Reinigung selbst mit einer Kurzkopfbürste durch den aufsteigenden Ast des Unterkiefers und durch den kräftigen Masseteransatz besonders stark behindert. Dies erklärt auch die stärkere Verschmutzung im Oberkiefer. Die Unterkiefermolaren sind bei halb geöffnetem Mund leichter zugänglich.

Die stärkere Verschmutzung der Lingualflächen im Unterkiefer im Vergleich zu den Palatinalflächen im Oberkiefer wird ebenfalls durch die Ergebnisse von AHRENS und MÜLLER (1968) bestätigt. Aus der graphischen Darstellung geht hervor, daß dies im Bereich der Prämolaren und der ersten und zweiten Molaren besonders deutlich ist. AHRENS und MÜLLER (1968) erklären diese Tatsache mit der hier besonders wirksamen Selbstreinigung der Zahnflächen durch das Darübergleiten der Zunge und der Scheuerwirkung von Speiseresten. ALEXANDER et al. (1969) bestreiten zwar die Wirksamkeit einer Selbstreinigung der Zähne weitgehend. An den Palatinalflächen der Oberkieferzähne fanden jedoch auch sie Anzeichen für ein verringertes Plaquewachstum. Die Feststellung, daß die Oralflächen normalerweise bei der künstlichen Reinigung vernachlässigt werden, unterstützt die Ansicht, daß an dieser Stelle eine Selbstreinigung erfolgt.

Im übrigen scheint die Kurve der Belagverteilung im Gebiß durch die Auswirkungen der künstlichen Reinigung geprägt zu sein. Dies unterstützt die Feststellung von ALEXANDER et al. (1969), wonach eine Selbstreinigung der Zähne bei der heutigen Ernährung nicht erwartet werden kann. Auch die Wirksamkeit einer Selbstreinigung im Interdentalraum, deren physikalische Gesetzmäßigkeiten von LUKAS und SCHULTE (1972) untersucht wurden, scheint noch nicht abgeklärt zu sein.

F. ZUSAMMENFASSUNG

An 20 Probanden (Klinikangehörigen und Zahnmedizinstudenten) wurden vergleichende Untersuchungen über den Reinigungseffekt verschiedener Zahnbürstenformen und Zahnpasten durchgeführt. Die Beläge wurden mit basischem Fuchsin angefärbt und mit Hilfe eines Mundhygieneindex, ähnlich dem von GREEN und VERMILLION (1960) angegebenen, registriert. Es konnten folgende Befunde erhoben werden:

1. Die Stellung und Form der Borstenbündel von Kurzkopfbürsten hat im parodontal gesunden Gebiß ohne besondere Stellungsanomalien der Zähne keinen Einfluß auf die Effektivität der Reinigung. Es kann jede Kurzkopfbürste verwendet werden, um eine gründliche Mundhygiene zu erzielen.
2. Die beiden untersuchten Zahnpasten zeigten keine unterschiedliche Reinigungswirkung.
3. Die Reinigung der Palatinal- und Lingualflächen bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Eine befriedigende Säuberung dieser Flächen erfolgt erst nach wiederholtem Aufmerksammachen auf diese der Reinigung nur schwer zugänglichen Stellen.
4. Die Mesioapproximalflächen und die Distoapproximalflächen werden gleichmäßig schnell gereinigt.
5. Eine vollständige Reinigung erfolgt erst nach ca. 4 Minuten Putzzeit.
6. Das Ausmaß und die Verteilung der Plaques im Gebiß vor dem Zähneputzen wurde in einer Grafik festgehalten.

G. SCHRIFTTUM

1. Ahrens, G. und Müller, G.:
Ausmaß, Verteilung und Dauerhaftigkeit von Zahnbelägen
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 878 (1968)
2. Alexander, A.G., Morganstein, S.I. und Ribbons, J.W.:
Untersuchung zum Plaquewachstum und zur Wirksamkeit einer Selbstreinigung der Zähne
Quintessenz 20, 45 (1969)
3. Arnold, M.: Ein Beitrag und Hinweise zu Fragen der Konstruktion, Zweckmäßigkeit, "Lebensdauer" und des sinnvollen Gebrauchs der Zahnbürste
Dtsch. Stomat. 18, 442 (1968)
4. Banarius, R., Mieler, I. und Singert, M.:
Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Zahnbürsten und Zahnpasten
Dtsch. Stomat. 17, 598 (1967)
5. Bass, Ch.C.: Über die optimalen Eigenschaften von Zahnbürsten für die Mundpflege
Dtsch. zahnärztl. Z. 5, 268 (1950)
6. Børglum Jensen, S.:
Untersuchungen über neue Möglichkeiten der Plaquebeseitigung
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 246 (1972)

7. Bossy, J.: Experimente mit einer kleinen Zahn-
bürste
Öst. Z. Stomat. 63, 145 (1966)
8. Dablesteen, I.:
Über elektrische Zahnbürsten
Quintessenz 16, 31 (1965)
9. DOCUMENTA GEIGY:
Wissenschaftliche Tabellen, 6. Aufl.
J. R. Geigy AG, Basel (1960)
10. Dreyfus, S.: Beitrag zur Frage der Zahnbürste
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 65,
1030 (1955)
11. Godt, H.: Vergleichende Untersuchungen über
die Reinigungs- und Massagewirkung
verschiedener Elektrozahnbürsten
Dtsch. Zahnärztebl. 18, 608 (1964)
12. Green, J. and Vermillion, J. R.:
The oral hygiene index: a method for
classifying oral hygiene status
J. Amer. dent. Ass. 61, 172 (1960)
13. Green, J. and Vermillion, J. R.:
The simplified oral hygiene index
J. Amer. dent. Ass. 68, 7 (1964)
14. Gülzow, H.-J.:
Die Mundhygiene in ihren Beziehungen
zum marginalen Parodontium und zur
Kariesfrequenz
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.
44, 97 (1965)

15. Gülzow, H.-J. und Seeger, U.:
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit elektrisch betriebener Zahnbürsten
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 331 (1965)
16. Gülzow, H.-J.: Mundhygiene und zahnärztliche Maßnahmen als kariesprophylaktisch wirksame Faktoren
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 1459 (1966)
17. Gülzow, H.-J.: Zweckmäßige Mundhygiene
Zahnärztl. Welt 79, 977 (1970)
18. Gülzow, H.-J. und Busse, G.:
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 1126 (1970)
19. Gülzow, H.-J. und Keilwerth, S.:
Über die Zahn- und Mundpflegegewohnheiten von Studierenden der Universität Erlangen-Nürnberg
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 9 (1971)
20. Gülzow, H.-J.: Die Mundhygiene mit der Zahnbürste
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 254 (1972)
21. Holzinger, W.: Kinder äußern sich zur Mundhygiene und zahnärztlichen Behandlung
Zahnärztl. Mitt. 59, 336 (1969)

22. Ketterl, W. und Wipfel, W.D.:
Die Probleme des Plaque-Nachweises
durch Fuchsinfärbung
Dtsch. Zahnärztebl. 24, 538 (1970)
23. Leimgruber, C.:
Etwas über Zahnbürsten
Schweiz. Mschr. Zahnheilk.
61, 590 (1951)
24. Linder, A.: Planen und Auswerten von Versuchen
Birkhäuser, Basel (1959)
25. Lukas, D. und Schulte, W.:
Die Physik der Selbstreinigung des
Interdentalraums
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 269 (1972)
26. Meiners, H.: Wirkung von Zahnpasten auf die Ober-
fläche von Akrylaten
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 719 (1972)
27. Ohm, H.-J. und Sonabend, E.:
Elektrische Zahnbürsten im praktischen
Test
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1372 (1967)
28. Plagmann, H.C., Lange, D. und Müller, K.:
Zytologische Studien über die Beein-
flussung des oralen Gingivaepithels
und des gingivalen Sulcus durch elek-
trische Zahnbürsten und Wasserstrahl-
geräte
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 593 (1971)
29. Riethe, P.: Methoden der mechanischen Zahn-
reinigung und Zahnfleischmassage
Zahnärztl. Welt 62, 530 (1961)

30. Riethe, P.: Die Gingiva unter dem Einfluß konventioneller und elektrischer Zahnbürsten
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 257 (1965)
31. Riethe, P.: Die Mundhygiene
in: Praxis der Zahnheilkunde Band I
Verlag Urban und Schwarzenberg
München/Berlin/Wien 1968
32. Riethe, P.: Hilfsmittel zur Mundhygiene des interdentalen Raums
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 123 (1969)
33. Riethe, P.: Zur Prophylaxe der juvenilen Parodontopathien
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 1271 (1971)
34. Riethe, P. und Volk, B.:
Kaugummi und Plaque
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 261 (1972)
35. Schmidt, H.J.: Darstellung des Mundhygiene-Index nach Green, J.C. und Vermillion, J.R. unter kritischer Auswertung der Methode
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 675 (1961)
36. Schröder, H.E. und Mühlemann, H.R.:
Indexmethoden und Epidemiologie der parodontalen Erkrankungen
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74, 7 (1964)
37. Schug-Kösters, M.:
Die Mitarbeit des Patienten bei der Behandlung der Parodontopathien
in: Schug-Kösters, M., Ring, A., Ketterl, W., Hepburn, Chr.: Einführung in die Behandlung der marginalen Parodontopathien
Verlag Dr. Edmund Banaschewski München 1963

38. Sauerwein, E.: Traktat über die Zahnbürste
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 121 (1962)
39. Theilade, E., Wright, W.H., Jensen, S.B. and Loe, H.:
Experimental gingivitis in man. II.
A longitudinal clinical and bakterio-
logical investigation
J. periodont. Res. 1, 1 (1966)
40. Wannenmacher, E.:
Die künstliche Reinigung und mecha-
nische Beeinflussung des Kauorgans.
Zahnbürste mit Natur- oder Kunststoff-
borsten?
Dtsch. Zahnärztebl. 10, 78 (1956)
41. Wannenmacher, E.:
Prophylaxe im Kauorgan, aber wie?
Öst. Z. Stomat. 60, 150 (1963)
42. Wannenmacher, E.:
Die Bedeutung der richtigen Zahnpflege
für die Gesunderhaltung des Kauorgans
Dtsch. Zahnärztebl. 19, 417 (1965)
43. Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik
4. Aufl. VEB-Gustav-Fischer, Jena
1961

Herrn Prof. Dr. H.-J. Gölzow möchte
ich für die Überlassung des Themas
und die jederzeit gewährte Hilfe
herzlich danken.

LEBENS LAUF

Am 20. 2. 1947 wurde ich, Hans Heinrich Opel, als Sohn des Metzgermeisters Wilhelm Opel und seiner Ehefrau Erna, geborene Hofmann, in Nürnberg geboren. Von 1953 bis 1957 besuchte ich die Volksschule in Fürth (Bayern), danach das Hardenberg Gymnasium in Fürth, wo ich im Juli 1966 die Reifeprüfung ablegte.

Mit dem Wintersemester 1966/67 nahm ich an der Universität Erlangen-Nürnberg das Studium der Zahnheilkunde auf. Die zahnärztliche Vorprüfung legte ich im März 1969 ab. Am 15. 10. 1971 beendete ich mein Studium an derselben Universität mit dem Staatsexamen.

Vom 1. 1. 1972 bis 30. 9. 1972 war ich als Assistent an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkranke der Medizinischen Hochschule in Hannover tätig. Seit dem 1. 10. 1972 leiste ich meinen Grundwehrdienst ab.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990